

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конов В.Н. Исследование влияния тепловых явлений на работоспособность круглых пил: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 13.00.01/ Конов Виктор Николаевич; ЛТА. – Л., 1979, – 26 с.
2. Пашков В.К. Тепловое поле вращающегося охлаждаемого диска пилы / В.К. Пашков, А.С. Красиков // Деревообрабатывающие станки, инструменты и вопросы резания древесины. – Л.: ЛТА, 1984, С. 48 – 51.
3. Библиографическое описание документа: ГОСТ 980-80. – Взамен ГОСТ 980-69; введ. 01.01.1982. – М., 1999. – 25 с.

ОБ ОЦЕНКЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ПИЛЕНИИ КРУГЛЫМИ ПИЛАМИ

Щепочкин С.В. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ) art-sit@yandex.ru

ABOUT AN ESTIMATION OF CUTTING TEMPERATURE AT SAWING BY CIRCULAR SAWS

Установление законов распределения и численных значений температур на контактных поверхностях инструмента важная задача теплофизики резания. С этими законами связаны износ и стойкость режущих кромок и поверхностей лезвия, термические напряжения в инструменте, область режимов, при которых целесообразно использовать инструментальные материалы с той или иной степенью температурной устойчивости.

Под температурой резания понимается температура на контактных поверхностях инструмента при резании при установившемся теплообмене.

Для определения температуры резания необходимо знать количество теплоты, поступающей по зонам круглой пилы в процессе резания. Выделим две таких зоны (рисунок 1). Первая – режущая часть (зубья пилы), вторая – пильный диск (без зубьев).

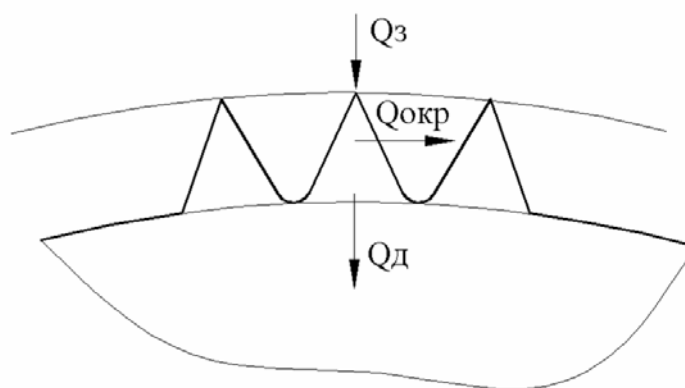


Рисунок 1 – Схема тепловых потоков по зонам круглой пилы

На рисунке 1 обозначено: Q_3 – теплота, поступающая в инструмент через зубья, Вт; Q_d – теплота, поступающая в диск от режущей части, Вт; $Q_{окр}$ – теплота, передающаяся в окружающую среду от зубьев конвективной теплоотдачей, Вт.

Теплоотдачей излучением пренебрегаем, т.к. потеря тепла лезвиями зубьев от лучеиспускания не превышает, по данным работы [1], 1 – 1,5 % от общего количества тепла, поступающего в инструмент, и участвующего в теплообменных процессах с окружающей средой.

Распределение теплоты в процессе резания определяется уравнением теплового баланса. Для установившегося режима баланс теплоты для данного инструмента выглядит следующим образом

$$Q_3 = Q_{окр} + Q_d. \quad (1)$$

Теплота, поступающая в инструмент Q_3 может быть определена из выражения

$$Q_3 = N_{рез} K_1, \quad (2)$$

где $N_{рез}$ – мощность резания, Вт;

K_1 – коэффициент доли мощности на резание, идущей на нагрев инструмента, $K_1 = 0,025 \dots 0,35$ [2].

Теплота, передающаяся в окружающую среду от зубьев конвективной теплоотдачей определяется по формуле

$$Q_{окр} = z t_0 \alpha_z, \quad (3)$$

где z – число зубьев пилы;

t_0 – температура резания, °С;

α_z – среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи зуба пилы, Вт/°С.

Среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи зуба пилы α_z численно равен количеству теплоты, передаваемой зубом пилы в окружающую среду при повышении температуры резания на 1 °С в установившемся тепловом режиме, и может быть определен из выражения

$$\alpha_z = 10^{-8} b^{0,7257} \beta^{0,5063} \alpha_{ср}^{0,6385} \beta_1^{0,0715} a^{0,0755} (0,014h^3 - 1,82h^2 + 82,79h + 20,05), \quad (4)$$

где b – толщина зуба (пильного диска), мм;

β – угол заострения зуба, град.;

$\alpha_{ср}$ – коэффициент теплоотдачи зуба в окружающую среду, Вт/(м² °С);

β_1 – вспомогательный угол, град.;

a – длина задней грани зуба, мм;

h – высота зуба в направлении биссектрисы угла заострения β , мм.

Теплота, поступающая в диск Q_d определяется из выражения [3]

$$Q_d = \alpha_p \Delta T, \quad (5)$$

где α_p – среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи диска, Вт/°С;

ΔT – превышение температуры на периферии диска пилы (окружности впадин зубьев) над окружающим воздухом, °С.

Среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи диска α_p может быть определен по формуле [3]

$$\alpha_p = 1,88 \cdot 10^{-3} \cdot D^{0,96} V^{0,426} b^{0,471}, \quad (6)$$

где D – диаметр пилы, мм;

V – скорость резания, м/с.

Из выражений (1), (2), (3) и (5) получим формулу для определения температуры резания

$$t_0 = \frac{N_{рез} K_1 - \alpha_\rho \Delta T}{z \alpha_z} \quad (7)$$

Для использования формулы (7) необходимо знать превышение температуры на периферии диска пилы над окружающим воздухом ΔT . Температурный перепад ΔT на периферии диска зависит от температуры резания t_0 и может быть определен как

$$\Delta T = K_2 \cdot t_0 \quad (8)$$

где K_2 – коэффициент, показывающий во сколько раз температура на периферии диска выше температуры резания, $K_2 = 0,025 \dots 0,1$.

Тогда окончательная формула для определения температуры резания примет вид

$$t_0 = \frac{N_{рез} K_1}{z \alpha_z + K_2 \alpha_\rho} \quad (9)$$

Рассмотрим определение температуры резания на конкретном примере: пиление круглой пилой (ГОСТ 980-80 тип 1, исполнение 1) диаметром $D = 500$ мм, толщиной $b = 2,5$ мм, число зубьев $z = 60$, частота вращения пилы $n = 3000$ мин⁻¹, (скорость резания составит $V = 78,5$ м/с) коэффициент теплопроводности материала пилы $\lambda = 37,8$ Вт/(м °С), коэффициент конвективной теплоотдачи $\alpha = 230$ Вт/(м² °С), скорость подачи $u = 6$ м/мин, высота пропила $h = 50$ мм, уширение зубчатого венца на сторону $\Delta = 0,75$ мм, нижнее положение пилы, встречная подача, порода древесины – сосна.

Для данной пилы, согласно [4] шаг зубьев $t_z = 26,2$ мм, высота зуба составит $h \approx 0,5t_z \approx 13$ мм, длина задней грани зуба $a \approx 0,4t_z \approx 10,5$ мм, угол заострения $\beta = 40^\circ$, угол $\beta_1 \approx 165^\circ$. Радиус затупления лезвия принимаем $\rho = 10$ мкм.

Для данного режима резания мощность на резание, рассчитанная по методике [5] составит $N_{рез} = 2300$ Вт. Среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи зуба пилы по формуле (4)

$$\alpha_z = 10^{-8} 2,5^{0,7257} 40^{0,5063} 230^{0,6385} 165^{0,0715} 10,5^{0,0755} \times \\ \times (0,014 \cdot 13^3 - 1,82 \cdot 13^2 + 82,79 \cdot 13 + 20,05) = 5,75 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/}^\circ\text{С}.$$

Среднеинтегральный коэффициент теплоотдачи диска по формуле (6)

$$\alpha_\rho = 1,88 \cdot 10^{-3} \cdot 500^{0,96} 78,5^{0,426} 2,5^{0,471} = 7,24 \text{ Вт/}^\circ\text{С}.$$

Следовательно, температура резания t_0 для данного примера по формуле (9) составит

$$t_0 = \frac{2300 \cdot 0,3}{60 \cdot 5,75 \cdot 10^{-3} + 0,05 \cdot 7,24} = 975 \text{ }^\circ\text{С}.$$

Предложенная методика позволяет получить значения температур, которые не противоречат известным данным. Методика может использоваться в рекомендациях по выбору режимов работы инструмента, в которых в качестве ограничения его теплоустойчивость. Проводится экспериментальная проверка результатов теоретических исследований температурных полей зубьев круглых плоских пил.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Конов В.Н. Исследование влияния тепловых явлений на работоспособность круглых пил: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 13.00.01/ Конов Виктор Николаевич; ЛТА. – Л., 1979, – 26 с.
2. Щепочкин С.В. К вопросу о тепловых полях по зонам диска круглой пилы / С.В. Щепочкин // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: Тез. докл. международ. науч.-техн. конф. / Урал. гос. лесотехн. ун-т – Екатеринбург, 2005. С.140.
3. Пашков В.К. Определение температурных перепадов плоских круглых пил [Электронный ресурс] / В.К. Пашков, С.В. Щепочкин // Материалы международной научно-технической Интернет конференции «ЛЕС-2006». – Режим доступа: http://science-bsea.narod.ru/les_2006/pashkov_opredelen.htm.
4. Библиографическое описание документа: ГОСТ 980-80. – Взамен ГОСТ 980-69; введ. 01.01.1982. – М., 1999. – 25 с.
5. Стахийев Ю.М. Руководящие технические материалы по определению режимов пиления древесины круглыми пилами / Стахийев Ю.М., Пашков В.К. – Архангельск: ЦНИИМОД, 1988. – 74 с.

ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ КРУГЛОПИЛЬНЫХ ПРИРЕЗНЫХ СТАНКОВ

Сулинов В.И., Гороховский А.К. (УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ)

POSSIBLE DIRECTIONS OF MODERNIZATION MACHINE TOOLS

В отечественной промышленности наиболее широко применяются станки прирезные однопильные модели ЦДК4 и станки прирезные многопильные модели ЦДК5 (до 7 пил) и ЦМР (до 10 пил).

Данные станки применяются в мебельном столярном и других деревообрабатывающих производствах. Особенно эффективно применение этих станков в тех случаях, когда необходимо получать строго прямолинейный паз, например, для склейки без предварительной прифуговки [1].

Точность выпиливаемых деталей по критерию прямолинейности поверхности пропила не должна превышать 0,25 мм на длине 1000 мм, равномерность ширины или толщины отпиленных планок не более 0,3 мм на длине 1000 мм.

Повышенная точность прирезных станков обусловлена особенностями базирования обрабатываемых заготовок на рифленых поверхностях конвейера, траектория движения которого задается положением призматических направляющих. Таким образом, чем точнее выполнена кинематическая пара конвейер-направляющие с учетом правильного положения пильного вала и прижимных роликов, тем выше точность выпиливаемых деталей.